

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-241601

(43)Date of publication of application : 07.09.1999

(51)Int.Cl. F01D 5/14  
F01D 9/02  
F01D 25/24

(21)Application number : 10-060442

(71)Applicant : ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND  
CO LTD

(22)Date of filing : 25.02.1998

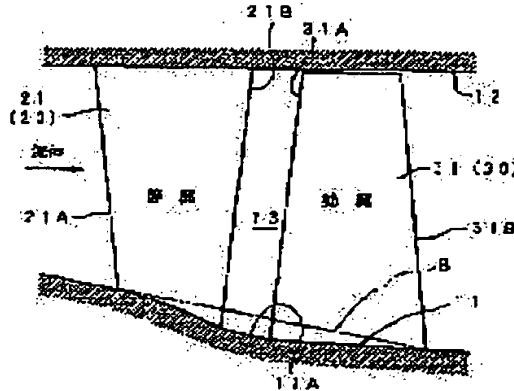
(72)Inventor : YAMAWAKI RURIKO

**(54) AXIAL FLOW TURBINE****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve flow of a fluid of a moving blade inner circumferential part, and improve an energy efficiency by forming a recessed part leading from a stationary blade front edge to a moving blade rear edge in an axial direction cross section of an inner circumferential casing, and forming the diameter of the inner circumferential casing in a small size.

**SOLUTION:** A recessed part 11A is formed on an inner circumferential side (an inner circumferential casing 11) leading from a front edge 21A of a stationary blade 21 to a rear edge 31B of a moving blade 31. A displacement rate to a datum line B of the recessed part 11A (a straight line drawn from an inner circumferential base part of the front edge 21A of the stationary blade 21 to an inner circumferential base part of the rear edge 31B of the moving 31), is set to be a largest value between the front edge 21B of the stationary blade 21 and the front edge 31A of the moving blade 31. In a moving blade inlet static pressure distribution, it is suppressed that

Mach speed of a fluid in the inner circumferential side of the inlet of the moving blade 31 is increased. As a result, static pressure of the inner circumferential side is increased locally so as to loose a static pressure grade. A static pressure distribution of the outlet of the moving blade 31 is nearly set in a constant level without nearly changing in the inner and outer periphery sides, and thereby, the magnitude of reaction of the inner circumferential side can be increased.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-241601

(43)公開日 平成11年(1999)9月7日

(51) Int.Cl.\*

F 01 D 5/14  
9/02  
25/24

識別記号

101

F I

F 01 D 5/14  
9/02  
25/24

101

T

審査請求 未請求 請求項の数3 FD (全6頁)

(21)出願番号 特願平10-60442

(22)出願日 平成10年(1998)2月25日

(71)出願人 000000099

石川島播磨重工業株式会社  
東京都千代田区大手町2丁目2番1号

(72)発明者 山脇 るり子

東京都西多摩郡瑞穂町殿ヶ谷229番地 石  
川島播磨重工業株式会社瑞穂工場内

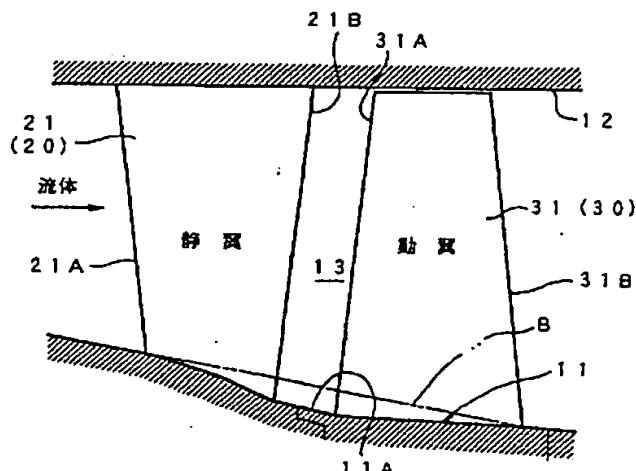
(74)代理人 弁理士 坂本 徹 (外1名)

(54)【発明の名称】軸流タービン

## (57)【要約】

【課題】半径方向での反動度の差違を減少させ得、内周側の動翼間流れ及び二次流れを減少させると共に、外周側でのチップクリアランスフローによるクリアランスロスを減少させることができ、エネルギー効率を向上させて性能上昇を可能とする軸流タービンを提供する。

【解決手段】静翼21の前縁21Aの内周基部から動翼31の後縁31Bの内周基部に至る内周ケーシング1の外径形状が、軸方向断面で静翼21の前縁21Aの内周基部と動翼31の後縁31Bの内周基部を結ぶ直線(基準線:B)に対して中心軸側に凹んだ凹部11Aを形成するようになっている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】内周ケーシングと外周ケーシングの間に形成された流体通路内に静翼列と動翼列とで構成されたターピン段が設けられ、前記流体通路内に高圧流体を通して低圧部に導いて、その圧力差で生ずる運動エネルギーを回転機械エネルギーとして取り出す軸流ターピンにおいて、

前記内周ケーシングは、その軸方向断面が静翼前縁から動翼後縁の間で凹部を形成して小径化するよう構成されていることを特徴とする軸流ターピン。

【請求項2】内周ケーシングと外周ケーシングの間に形成された流体通路内に静翼列と動翼列とで構成されたターピン段が設けられ、前記流体通路内に高圧流体を通して低圧部に導いて、その圧力差で生ずる運動エネルギーを回転機械エネルギーとして取り出す軸流ターピンにおいて、

前記動翼列を構成する動翼は、その幾何学的流出角度の半径方向分布が、内周側近傍を最大として外周側で小さくなるように設定されていることを特徴とする軸流ターピン。

【請求項3】内周ケーシングと外周ケーシングの間に形成された流体通路内に静翼列と動翼列とで構成されたターピン段が設けられ、前記流体通路内に高圧流体を通して低圧部に導くことにより、その圧力差で生ずる運動エネルギーを回転機械エネルギーとして取り出す軸流ターピンにおいて、

前記内周ケーシングはその軸方向断面が静翼前縁から動翼後縁の間で凹部を形成して小径化し、前記動翼列を構成する動翼はその幾何学的流出角度の半径方向分布が内周側近傍を最大として外周側で小さくなるように設定されていることを特徴とする軸流ターピン。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内周ケーシングと外周ケーシングの間に形成された流体通路内に静翼列と動翼列とで構成されたターピン段が設けられ、流体通路内に高圧流体を通して低圧部に導くことにより、その圧力差で生ずる運動エネルギーを回転機械エネルギーとして取り出す軸流ターピンに関する。

## 【0002】

【従来の技術】軸流ターピンは、内周ケーシングと外周ケーシングの間に形成された流体通路内に静翼列と動翼列とで構成されたターピン段が設けられ、流体通路内に高圧の作動流体を通して低圧部に導くことにより、その圧力差で生ずる運動エネルギーを回転機械エネルギーとして取り出すように構成される。

【0003】作動流体は段内で圧力降下によって膨張するため、下流側の流体通路は拡大形成されるが、その際に内周ケーシングを小径化して流体通路面積を拡大させるものでは、当該部位の縦断面を概念的に示す図11に

示すように、段内における内周ケーシング11の形状は、静翼21の前縁21Aの内周基部と動翼31の後縁31Bの内周基部の間を斜めに直線的に結ぶように（即ち一定の割合で小径化するように）形成されている。

【0004】また、翼の形状は、近時、作動流体が通過する際の遠心力と半径方向の圧力勾配との釣合で定まる流体の半径方向の平衡条件にその他様々な影響因子を考慮して設定されるコントロールボルテックス形の三次元ねじれ翼が用いられ、図7中破線で示すように損失の少ない主流部の効率を重視して主流部の幾何学的流出角度を最大とするように設定されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、特に低圧ターピンでは、ボス比（内周ケーシング径／外周ケーシング径の比）が小さく、従って、翼高が高い。このため、作動流体の半径方向の圧力勾配が大きくなり、その結果、内外周における反動度の差異が大きくなる。

【0006】即ち、反動度は当該ターピン段における圧力降下量（静翼入口圧力と動翼出口圧力の差）で動翼内における圧力降下量（動翼入口圧力と動翼出口圧力の差）を割った値で示され、静翼出口圧力（動翼入口圧力）の低い内周側では反動度が小さくなり、静翼出口圧力（動翼入口圧力）の高い外周側では反動度が大きくなる。

【0007】その結果、反動度が小さい内周側では、図12に動翼翼面のマッハ数分布を示すように動翼前縁の流体速度が大きくなると共に翼背面から動翼後端の減速が大きくなり、図14に示す境界層の剥離が発達することとなって翼間でのエネルギー損失が増大する。更に、図13に示す内周面（内周ケーシング11）に面した翼面の二次流れが発達してこれによるエネルギー損失が増大する。

【0008】また、反動度の大きい外周側では、図15に翼先端面静圧分布を示すように翼腹面と背面の圧力差が大きくなり、図16（A）に正面図、（B）に平面図を示すように、動翼31の先端面31Fと外周ケーシング12の隙間14（チップクリアランス）を介して腹面側から背面側に流体が流れるチップクリアランスフローが増加する。チップクリアランスフローは、仕事に寄与しない流れであり、その量はチップクリアランスが同一であれば腹面と背面の圧力差に依存する。このため、チップクリアランスフローの増加によってエネルギー損失が増大する。

【0009】つまり、作動流体の半径方向の圧力勾配に起因して半径方向で反動度が異なることから、特に低圧ターピンのように翼高が高く半径方向の圧力勾配が大きなものでは、内周側では動翼間流れの悪化と二次流れによるエネルギー損失が大きく、外周側ではチップクリアランスフローによるクリアランスロスによるエネルギー損失が大きいという問題を有するものであった。

【0010】本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであって、半径方向での反動度の差違を減少させ得、内周側の動翼間流れ及び二次流れを減少させると共に、外周側でのチップクリアランスフローによるクリアランスロスを減少させることができ、エネルギー効率を向上させて性能上昇を可能とする軸流タービンを提供することを目的とする。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明の軸流タービンは、内周ケーシングの軸方向断面が静翼前縁から動翼後縁の間で凹部を形成して小径化するよう構成されていることを特徴とする。

【0012】また、動翼列を構成する動翼の幾何学的流出角度の半径方向分布が、内周側近傍を最大として外周側で小さくなるように設定されていることを特徴とする。

【0013】また、内周ケーシングはその軸方向断面が静翼前縁から動翼後縁の間で凹部を形成して小径化し、動翼列を構成する動翼はその幾何学的流出角度の半径方向分布が内周側近傍を最大として外周側で小さくなるように設定されていることを特徴とする。

#### 【0014】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して本願発明の実施の形態について説明する。図1は本発明に係る軸流タービンの一構成例であるタービン段の概念構成を示す軸方向の断面図である。

【0015】図示タービン段は、内周ケーシング11と外周ケーシング12の間に形成された流体通路13内に、静翼列20(静翼21)と動翼列30(動翼31)が配設されており、流体通路13を流れる高圧流体のエネルギーを静翼21で速度エネルギーに変換し、その速度エネルギーによって動翼31が移動操作される(速度エネルギーを機械仕事に変換する)ようになっているものである。

【0016】流体通路13は、内周ケーシング11が小径化することでその下流側面積が拡大するようになっている。即ち、内周ケーシング11は下流側がより小径に形成されているものである。

【0017】ここで、静翼21の前縁21Aの内周基部から動翼31の後縁31Bの内周基部に至る内周ケーシング11の小径化率は一定ではなく、上流側が大きく下流側が小さく設定され、これにより、図示のごとく軸方向断面で見ると、内周ケーシング11の外径は静翼21の前縁21Aの内周基部と動翼31の後縁31Bの内周基部を結ぶ直線(基準線:B)に対して中心軸側に凹んだ凹部11Aを形成するようになっている。

【0018】この凹部11Aの基準線:Bに対する変位量は、静翼21の後縁21Bと動翼31の前縁31Aの間で最も大きくなるように設定されている。

【0019】このように、静翼21の前縁21Aから動

翼31の後縁31Bの間における内周側(内周ケーシング11)に凹部11Aが形成されている(内周ケーシング11の小径化が非線形となっている)ことにより、動翼31入口の内周側の静圧低下を抑えることができ、内周側の反動度を増大させることができる。

【0020】即ち、静翼21の前縁21Aから動翼31の後縁31Bの間における内周ケーシング11に凹部11Aが形成されることにより、図2に動翼入口のマッハ数分布の一例を示すように、動翼入口の内周側における流体マッハ数の増加を抑えることができ、従って、図3に動翼入口静圧分布を示すように内周側の静圧を局所的に増加させて静圧勾配を緩和することができる。一方、動翼出口の静圧分布は、図4に示すように内外周側でほとんど変化なく略一定しており、その結果、図5に当該タービン段の半径方向(翼高さ方向)における反動度分布を示すように内周側の反動度を大きくすることができ、動翼内周部の流体流れを良くしてエネルギー効率を向上させることができるものである。尚、図2～図5中の破線が内周ケーシング11を図1における基準線:Bで示す形状に設定した場合を示す。

【0021】また、上記のごとく内周ケーシング11に凹部11Aを形成することに代えて、動翼31の翼高方向の幾何学的流出角分布を内周側近傍が最大で翼端側で小さくなるように設定することにより、内周側の反動度を大きくすることができる。

【0022】即ち、図6(A)に内周側断面図、(B)に外周翼端図を示し、図7にその翼高方向の幾何学的流出角分布を示すように、動翼31を、その幾何学的流出角度:θが内周側近傍が最大(θMAX)で翼端側(外周側)で小さく(θMIN)なる三次元形状に形成する。

【0023】これにより、図8に動翼入口静圧分布を、図9に動翼出口静圧分布をそれぞれ示すように、動翼31の入口では内外周でほとんど変化しないが、動翼31の出口では内周側の圧力が下降すると共に外周側の圧力が上昇する。その結果、図10に当該タービン段の半径方向(翼高さ方向)における反動度分布を示すように、内周側の反動度が大きく、外周側の反動度が小さくなり、動翼31の内周側の流体の流れが良くなると共に外端縁のクリアランスフローを抑制することができ、エネルギー効率を向上させることができる。尚、図7～図11内の破線が主流部の流出角を最大とするように設定された動翼の場合を示すものである。

【0024】上記の内周ケーシング11に凹部11Aを形成する構成と、動翼31の翼高方向の幾何学的流出角分布を内周側近傍が最大で翼端側で小さくなるように設定する構成は、それぞれ独立して実施することで効果を有するが、両者を複合させて実施することによってより一層の相乗効果が得られるものである。

【0025】

【発明の効果】以上述べたように、本発明に係る軸流タービンでは、軸流タービンは、内周ケーシングの軸方向断面が前記タービン段の静翼前縁から動翼後縁の間で凹部を形成して小径化するよう構成されていることにより、動翼入口の内周側の静圧低下を抑えることができ、内周側の反動度を増大させて、動翼内周部の流体流れを良くしてエネルギー効率を向上させることができる。

【0026】また、動翼の幾何学的流出角度の半径方向分布が、内周側近傍を最大として外周側で小さくなるように設定されていることにより、動翼の内周側での仕事が大きくなって相対的に外周側の仕事が小さくなり、従って、内周側の反動度を大きく、外周側の反動度を小さくすることができる。その結果、動翼内周側の流体の流れを良くすると共に、動翼外端縁のクリアランスフローを抑制することができ、エネルギー効率を向上させることができるものである。

【0027】また、内周ケーシングはその軸方向断面がタービン段の静翼前縁から動翼後縁の間で凹部を形成して小径化し、動翼はその幾何学的流出角度の半径方向分布が内周側近傍を最大として外周側で小さくなるように設定されていることにより、動翼入口の内周側の静圧低下を抑えることができると共に、内周側の反動度を相乗的に増大させ、更に、動翼外端縁のクリアランスフローを抑制することができ、動翼内周部の流体流れを良くしてエネルギー効率を向上させることができ、高効率の軸流タービンを構成できるものである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る軸流タービンの一構成例であるタービン段の概念構成を示す軸方向の断面図である。

【図2】動翼入口のマッハ数分布の一例を示すグラフである。

【図3】動翼入口静圧分布を示すグラフである。

【図4】動翼出口の静圧分布を示すグラフである。

【図5】タービン段の半径方向における反動度分布を示すグラフである。

【図6】動翼形状を示し、(A)は内周側断面図、(B)は外周翼端図である。

【図7】翼高方向の幾何学的流出角度分布を示すグラフである。

【図8】動翼入口静圧分布を示すグラフである。

【図9】動翼出口静圧分布を示すグラフである。

【図10】タービン段の半径方向における反動度分布を示すグラフである。

【図11】従来例としてのタービン段を概念的に示す縦断面図である。

【図12】動翼翼面のマッハ数分布を示すグラフである。

【図13】二次流れの説明図である。

【図14】翼面の境界層の剥離の説明図である。

【図15】翼先端面静圧分布を示すグラフである。

【図16】チップクリアランスフローの説明図であり、(A)は正面図、(B)は平面図である。

#### 【符号の説明】

1 1 内周ケーシング (内周側)

1 2 外周ケーシング

1 3 流体通路

2 0 静翼列

2 1 静翼

2 1 A 静翼前縁

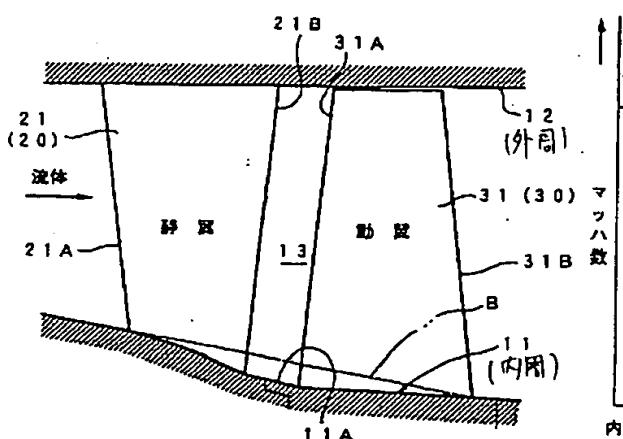
3 0 動翼列

3 1 動翼

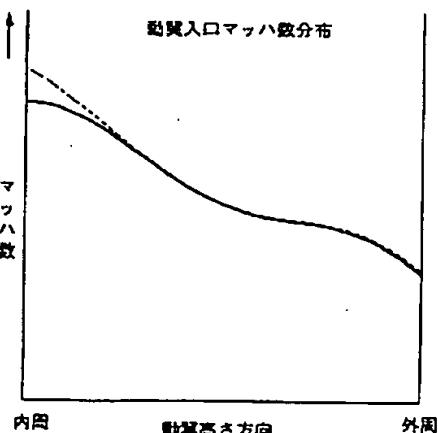
3 1 B 動翼後縁

θ 幾何学的流出角度

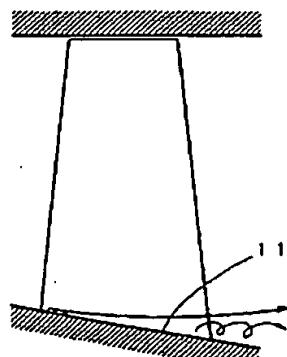
【図1】



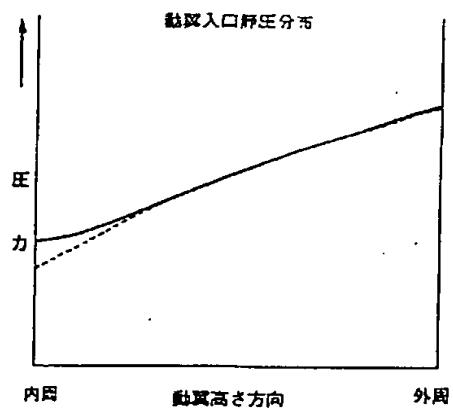
【図2】



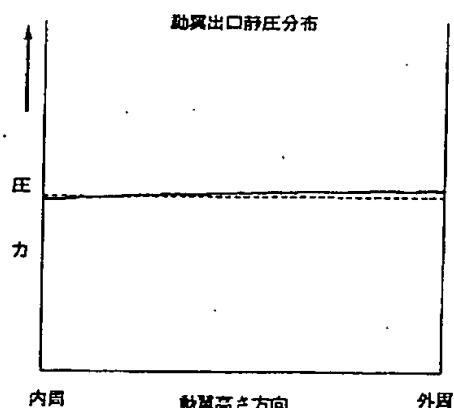
【図13】



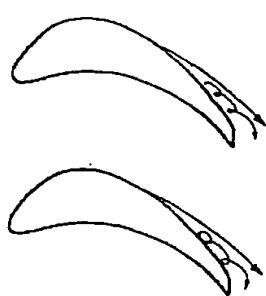
【図3】



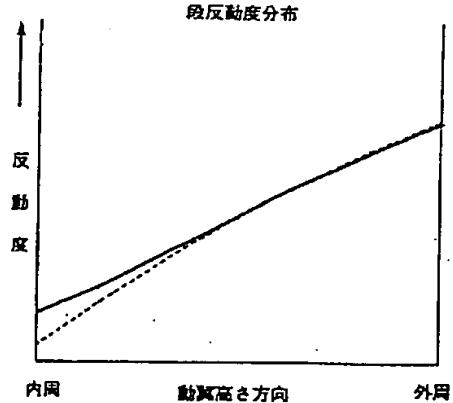
【図4】



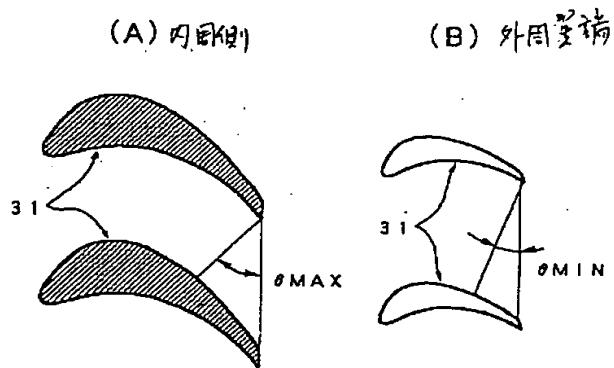
【図14】



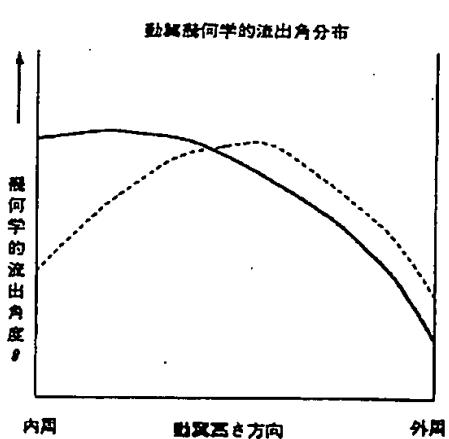
【図5】



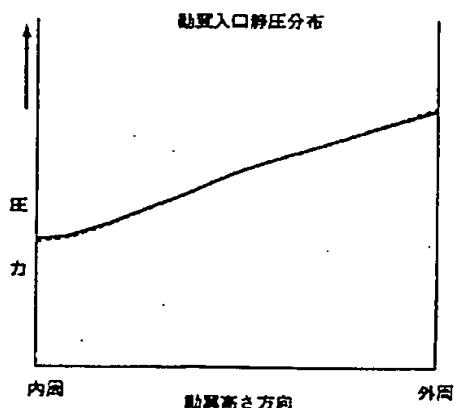
【図6】



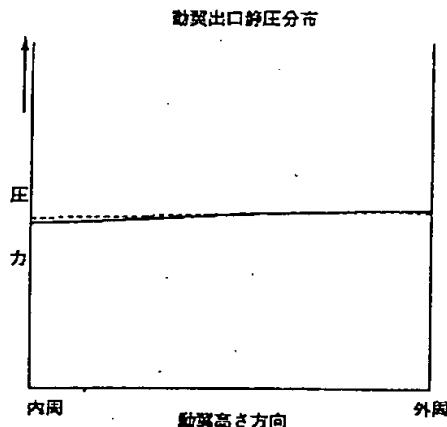
【図7】



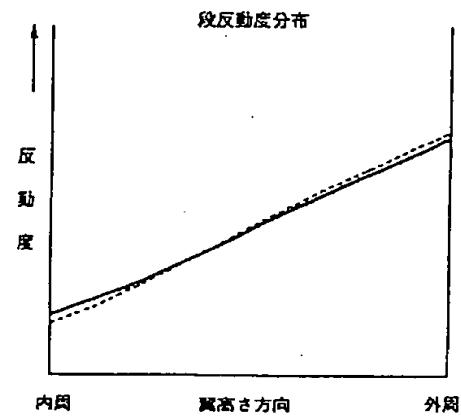
【図8】



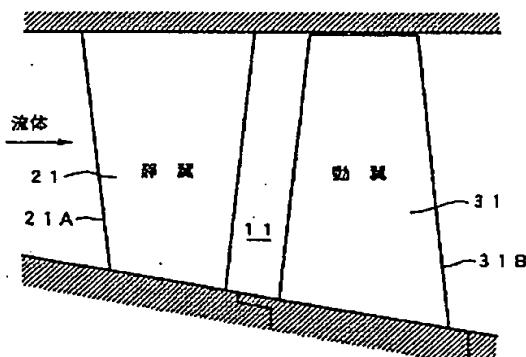
【図 9】



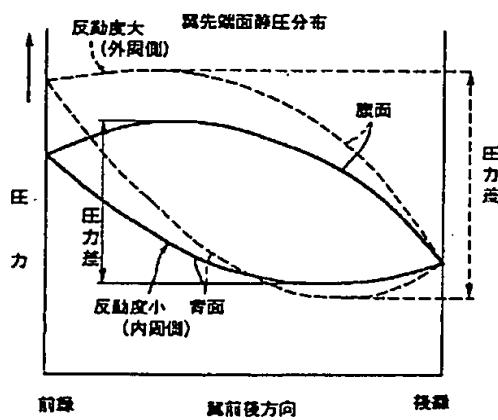
【図 10】



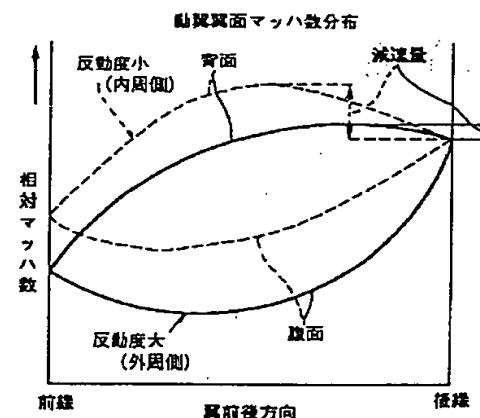
【図 11】 従来



【図 15】



【図 12】



【図 16】

